

СОСТОЯНИЕ РЕТИКУЛЯРНЫХ ВОЛОКОН ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ ТОЩЕЙ КИШКИ МЫШЕЙ C57 BLACK ПОСЛЕ 30-СУТОЧНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Атякшин Д. А.

Научно-исследовательский институт экспериментальной биологии и медицины
Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко, Воронеж, Россия
Corresponding author: research@vrngmu.ru

Abstract

CONDITION OF RETICULAR FIBERS EXTRACELLULAR MATRIX CONNECTIVE TISSUE OF THE JEJUNUM OF MICE C57 BLACK AFTER 30-DAY SPACE FLIGHT

Background: Connective tissue performs important functions in the organs, and provides the necessary conditions for the implementation of the functional activity of the cells and their derivatives. Of particular importance elements of connective tissue begin to acquire in space flight in connection with the role intraorganic skeleton. It is shown that in the stroma of weightlessness develop specific changes [2, 3, 4]. However thus far the only study of interstitial digestive system after space flight was performed on Mongolian gerbils. Many questions about the state of the connective tissue in space flight remains open.

Material and methods: The methods of light-optical microscopy to study the content, topography and tinctorial characteristics of reticular fibers in the wall of the jejunum of mice C57 black after a 30-day orbital flight on Biological satellite «Bion-M» №1 and 7-day post-flight rehabilitation under ground conditions.

Results: Conditions of space flight led to a reduction of reticular fibers in the wall of the jejunum, particularly in the muscular layer and the mucosa. During the 7-day rehabilitation after space flight there was a significant increase in fibrillogenesis reticular fibers in the wall of the jejunum. Ground modeling orbital flight in the layout of equipment “BIOS” did not cause changes in the connective tissue, which were discovered after space flight.

Conclusions: The experiment shows the state of the connective tissue of the lean level of gravity. In weightlessness occurs adaptive remodeling of the extracellular matrix of connective tissue of the jejunum of mice C 57 black due to lower efficiency of fibrillogenesis, processes of restoration and revitalization lysis fibrous structures.

Key words: spaceflight, weightlessness, connective tissue, reticular fibers, jejunum.

Актуальность

Уникальное значение в обеспечении деятельности органов выполняет соединительная ткань, создавая необходимые условия для реализации функциональной активности клеток и их производных.

Особое значение компоненты соединительной ткани приобретают в условиях отсутствия земной гравитации. Однако до настоящего времени исследования по оценке состояния внеклеточного матрикса соединительной ткани органов пищеварительной системы после пребывания в невесомости были выполнены только на монгольских песчанках [2, 3, 4].

Полет биологического спутника “БИОН-М” №1 предоставил новые возможности для выявления последствий длительного пребывания в невесомости на организм млекопитающих, в том числе, на состояние соединительной ткани органов пищеварительной системы мышей, а также для изучения развивающихся процессов реадaptации после космического полета [9, 12].

Материал и методы

Эксперимент проведен на 58 самцах мышей C57 black (табл. 1). В группу 30-суточного космического полета входили 10 животных. У половины животных биоматериал был взят спустя 9-11 часов после приземления биоспутника, и у 5 животных – через 7 суток послепополетной реадaptации.

В серию моделирования влияния факторов космического полета в наземных условиях (биологический контроль) входили 16 животных, из которых 8 мышей находились 30 суток в макете полетной аппаратуры “БИОС-МЛЖ”, а другие 8 животных – в условиях 7-суточной реадaptации после завершения наземного модельного эксперимента.

Каждой из четырех вышеперечисленных групп животных соответствовала группа мышей виварийного контроля в количестве 8 голов (табл. 1).

После декапитации животных фрагменты тощей кишки длиной не менее 10 мм фиксировали в 10% н.формалине на 0,1М фосфатном буфере. Парафиновые срезы, выполненные по длинной оси фрагментов органа, окрашивали гематоксилином Карацци и эозином в целях проведения обзорной микроскопии.

Для идентификации ретикулярных волокон внеклеточного матрикса соединительной ткани приготовленные срезы тощей кишки толщиной 6 мкм импрегнировали азотнокислым серебром по методу Фута [6, 7, 10]. Данная методика позволяет дифференцировать ретикулярные волокна, в состав которых входит коллаген III типа, от волокнистых элементов внеклеточного матрикса, образованных фибриллярными коллагенами I и других типов [7, 8].

Топографию и тинкториальные характеристики ретикулярных волокон в интерстиции тонкой кишки оценивали на светооптическом уровне, с учетом индивидуально обусловленных вариаций. Для количественной оценки состояния волокнистого компонента интерстиция использовали планиметрический подход [1].

Для получения репрезентативной выборки, исследовалось не менее 50 полей зрения. Полученный информационный массив статистически обрабатывался с использованием компьютерной программы Stat Soft Statistica, 6.0.

Исследования проведены с соблюдением требований к гуманному обращению с животными в соответствии с решением Комиссии по биомедицинской этике ИМБП (протокол № 206 от 07.10.2007).

Результаты и обсуждение

В стенке тонкой кишки животных группы виварийного контроля ретикулярные волокна идентифицировались во всех оболочках. В серозной оболочке они преимущественно локализовались в субсерозном слое, имели крупный калибр и высокий уровень аргирофилии. В мышечной оболочке импрегнированные волокнистые элементы выявлялись как во внутреннем слое, так и наружном.

В пределах подслизистой оболочки выявлялись ретикулярные волокна с наиболее крупным калибром. В собственном слое слизистой оболочки ретикулярные волокна формировали остов ворсин и свободно располагались в межкрипталльной строме.

После космического полета во всех оболочках тощей кишки выявлялись количественные и качественные изменения ретикулярных волокон. В субсерозном слое обнаруживались разнокалиберные ретикулярные волокна с непостоянным уровнем аргирофилии на протяжении или скопление их фрагментов.

В мышечной оболочке на фоне снижения аргирофилии в некоторых участках выявлялась полная утрата окрашивания. Калибр ретикулярных волокон снижался вместе с их количеством.

Однако, иногда встречались импрегнированные волокнистые фрагменты значительной толщины. Постоянно присутствовал гранулярный материал и фрагменты ретикулярных волокон, обладающие высокой аргирофилией.

Топографические особенности локализации импрегнированных волокнистых структур изменялись по сравнению с картинками, характерными для животных группы биологического контроля. В частности, у некоторых животных формировалась утрата упорядоченной локализации ретикулярных волокон.

Аналогичные картины обнаруживались в собственной пластинке слизистой оболочки тощей кишки. Редукция ретикулярных волокон происходила и в строме ворсин.

Межкрипталльная строма также характеризовалась снижением представительства аргирофильных волокон, что сочеталось с уменьшением их калибра, и накоплением большого количества фрагментов с высокой степенью импрегнированности.

Исследование биоматериала тонкой кишки мышей C57 black через 7 суток после приземле-

ния биологического спутника показало существенные качественные и количественные изменения в системе ретикулярных волокон.

Прежде всего, это было связано с возрастанием представительства ретикулярного остова в собственной пластинке слизистой оболочки и мышечной оболочке (табл. 1).

Таблица 1

Индекс содержания ретикулярных волокон в мышечной оболочке тощей кишки мышей С 57 black (в усл.ед.)

Эксперимент	Группы животных	Индекс содержания
Эксперимент на борту биологического спутника „БИОН-М” №1	1. Группа космического полета, находившаяся в течение 30 суток в условиях невесомости (n = 5).	0,156 ±0,014 *,**
	2. Виварийный контроль к группе 30-суточного космического полета (n = 8).	0,084±0,002
	3. Группа реадаптации, обследованная спустя 7 суток после возвращения животных из 30-суточного космического полета (n = 5).	0,179±0,011 *,**
	4. Виварийный контроль к группе 7-суточной реадаптации после 30-суточного космического полета (n = 8).	0,164±0,014
Наземный эксперимент по моделированию некоторых условий пребывания животных на борту биологического спутника „БИОН-М” №1 в макете полетной аппаратуры „БИОС-МЛЖ”	1. Группа биологического контроля - наземного эксперимента по моделированию 30-суточного космического полета в макете полетной аппаратуры „БИОС-МЛЖ” (n = 8).	0,165±0,018
	2. Виварийный контроль к группе наземного эксперимента по моделированию 30-суточного космического полета в макете полетной аппаратуры „БИОС-МЛЖ” (n = 8).	0,173±0,021
	3. Группа реадаптации, обследованная спустя 7 суток после наземного моделирования 30-суточного космического полета в макете полетной аппаратуры „БИОС-МЛЖ” (n = 8).	0,154±0,018
	4. Биологический контроль к группе 7-суточной реадаптации после наземного моделирования 30-суточного космического полета в макете полетной аппаратуры „БИОС-МЛЖ” (n = 8).	0,152±0,016

Условные обозначения: * – $p < 0,05$ по сравнению с соответствующим виварийным контролем; ** – $p < 0,05$ по сравнению с соответствующим биологическим контролем.

Формировалась сеть утолщенных волокнистых структур, топография которой принимала характеристики, свойственные для животных группы биологического контроля.

В то же время, в большом количестве обнаруживался зернистый импрегнированный материал, обладающий высокой аргирофильностью, а также фрагменты ретикулярных волокон, что, очевидно, являлось отражением процессов адаптации волокнистого компонента интерстиция к уровню земной гравитации и может рассматриваться в качестве одного из признаков ее незавершенности.

Полученные данные согласуются с результатами исследования органов пищеварительной системы монгольских песчанок, побывавших в условиях 12-суточного космического полета на КА «Фотон-М3» [3, 4, 11], и свидетельствуют о том, что в условиях космического полета развиваются процессы адаптивного ремоделирования внеклеточного матрикса соединительной ткани тощей кишки. Данное предположение также подтверждается результатами эмбриологического эксперимента на орбитальной станции «Мир» с птенцами японского перепела, показавшего слабое развитие соединительной ткани стромы желудочно-кишечного тракта в условиях невесомости [5].

Исследование мышей из группы 7-суточной реадаптации показывает высокий потенциал элементов соединительной ткани к восстановительным процессам после возвращения животных из космического полета.

Таким образом, состояние соединительной ткани органов пищеварительной системы мы-

шей С 57 black группы космического полета подвергалось структурно-функциональным перестройкам, отражающим как адаптивные, так и альтернативные гравитационно-индуцированные процессы. После космического полета динамика содержания ретикулярных волокон в интерстиции оболочек желудочно-кишечного тракта выражалась главным образом процессами редукции, снижающими интегративную роль внеклеточной фазы соединительной ткани в деятельности органов желудочно-кишечного тракта. В условиях орбитального полета в силу развития гемодинамических изменений, видимо, процессы восстановления интерстиция проходили в среде с несколько иными характеристиками.

Можно предположить, что в условиях невесомости снижение эффективности экстрацеллюлярной сборки волокон развивалось в связи с существенной перестройкой состояния аморфного компонента интерстиция: изменением уровня рН, содержанием гиалуроновой кислоты и других гликозаминогликанов в тактоидах, воды и т.д. Для формирования коллагенового волокна необходимо наличие строго определенных условий, в т. ч., содержания воды, концентрации тропоколлагена, осмотического давления, температуры, ионной силы, рН и т. д. [8].

Можно предположить, что в орбитальном полете процессы физиологической регенерации коллагеновых волокон не могут реализовываться в полном объеме в связи с развитием венозного застоя и последующим формированием измененного содержания внутритканевой жидкости, рН, соотношения регуляторных белков и т.д.

Более того, в условиях невесомости, видимо, получает активное развитие процесс ремоделирования или адаптации стромы органа к измененному гравитационному стимулу. При этом большое значение могут иметь процессы дезорганизации коллагеновых волокон вследствие формирования определенных трофических нарушений и снятия статической нагрузки, имеющей место в условиях земной гравитации. Таким образом, процессы ускоренной редукции в совокупности с замедлением новообразования волокон приводят к уменьшению объема волокнистых структур в интерстиции органов тощей кишки.

Выводы

1. 30-суточный космический полет приводит к редукции ретикулярных волокон в стенке тощей кишки мышей С 57 black.

2. Процессы реадaptации состояния соединительной ткани тощей кишки мышей С 57 black в послеполетный период сопровождаются усилением фибриллогенеза и существенным возрастанием содержания ретикулярных волокон в интерстиции органа.

3. Волокнистый компонент внеклеточного матрикса соединительной ткани тощей кишки является гравитационно-зависимым комплексом, состояние которого в условиях невесомости определяется адекватностью процессов ремоделирования.

Литература

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство / Г.Г. Автандилов. – Москва: Медицина, 1990. – 384 с.
2. Атякшин Д.А. Коллагены и эластический компонент интерстиция органов пищеварительной системы монгольских песчанок после 12-суточного орбитального полета на борту космического аппарата “Фотон-М3” / Д.А. Атякшин, Э.Г. Быков // Морфология. – 2014. – Т.145, №3. – С.22.
3. Атякшин Д.А. Морфофункциональное состояние органов пищеварительной системы животных после космического полета и наземного моделирования эффектов невесомости. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. 2014. 44 с.
4. Атякшин Д.А. Ретикулярные волокна интерстиция органов пищеварительной системы монгольских песчанок после 12-суточного орбитального полета на КА «Фотон-М3» / Д.А. Атякшин, Э.Г. Быков // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2013. – Т.2, №3. – С.14-21.
5. Гистогенез внутренних органов эмбрионов японского перепела, развившихся в условиях невесомости / Т.С. Гурьева [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2009. – Т.43, №6. – С.8–13.
6. Меркулов Г.А. Курс патогистологической техники / Г.А. Меркулов. – Л.: Медгиз. 1969. – 5 изд. – 645 с.
7. Микроскопическая техника: руководство / под ред. Д.С. Саркисова, Ю.Л. Перова. – Москва: Медицина, 1996. – 544 с.

8. Омеляненко Н.П. Соединительная ткань (гистофизиология и биохимия) / Н.П.Омеляненко, Л.И.Слуцкий. Т.1. / под ред. акад. РАН и РАМН С.П.Миронова. – Москва: Изд-во Известия, 2009. – 380 с.
9. Проект «Бион-М1»: общая характеристика и предварительные итоги / В.Н. Сычев [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. - 2014. - Т. 48, № 1. - С. 7–14.
10. Ромейс Б. Микроскопическая техника / Б.Ромейс. – Москва: Иностранная литература, 1953. – 12 изд.– 720 с.
11. Состояние интерстиция тощей кишки монгольских песчанок после полета на космическом аппарате «Фотон-М3» / Д.А. Атякин, Э.Г. Быков, Е.А. Ильин, А.Н. Пашков // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2012. – Т.46, № 3. – С.8–13.
12. Экспериментальные исследования на мышцах по программе полета биоспутника «Бион-М1» / А.А. Андреев-Андреевский и [др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2014. – Т. 48, № 1. – С. 14–27.

ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ИННЕРВАЦИЯ ГУБ РТА

*Баженов Д. В., Калиниченко В. М., Благодирова И. О., Блинова Н. В.,
Медведева А. А., Киселев Д. В., Шабанова И. Н.

Кафедра анатомии, Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия

*Corresponding author: bajenovd@mail.ru

Abstract

SENSORY INNERVATION OF THE LIPS OF THE MOUTH

Background: for optimal functional and aesthetic results of operations on the face of need in-depth knowledge of sources of the sensory innervation of the tissues of the lips and neighboring regions – labial branches of the mental and infraorbital nerves. The few scientific publications do not give a clear picture of the range of variability of individual features of the afferent innervation of the lips of the mouth.

Material and methods: the study was carried out on 70 preparations of the soft tissues facial masks of human corpses by preparation of the mental and infraorbital nerves.

Results: individual features of the mental and infraorbital nerves and their labial branches are appear different but specific to each age range of the number and thickness of the nerve trunks and the area of distribution. Designated two forms of the structure of the lower labial branches of the mental nerve: main and disperse with the characteristic features.

Conclusions: the lower and upper labial branches of the mental and infraorbital nerves does not lie on the jaws or under the skin of the lips, but have complex topographical and anatomical relationships with their tissues. From the motor branches of the facial nerve are different by radial direction, flat and spiral shape of the trunks. The highest concentration of the nerve trunks is observed in the middle third of the each lip and in the skin of the intermediate part (“red border”).

Key words: the labial branches of the mental and infraorbital nerves.

Актуальность

Для достижения оптимального функционального и эстетического результата при планировании и проведении оперативных вмешательств на лице необходимы глубокие знания морфологии, а в частности, источников чувствительной иннервации губ рта и околоротных областей – губных ветвей подбородочного и подглазничного нервов. В учебниках и атласах по анатомии в т. ч. современных [4, 7, 8], их описания кратки и однотипны, а рисунки схематичны и нередко неточны.

В научных же публикациях [5, 6] этим ветвям уделяется второстепенное внимание или встречаются разноречивые результаты исследований, свидетельствующие об индивидуальной изменчивости и типовых особенностях их строения и участия в иннервации губ рта, но не дающие четкого представления о диапазоне вариабельности.

Цель данной работы – детальное изучение строения и топографии губных ветвей подбородочного и подглазничного нервов, выявление типологических форм их ветвления, особенностей иннервации нижней и верхней губ, их частей и тканей (кожи наружной поверхности и «красной каймы», мышечного слоя, слизистой оболочки и подслизистой основы).